

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-334191

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L 9/00	M			
3/00	F			
3/02	A			
H 0 4 B 14/04	Z			
// H 0 3 M 13/00		0570-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

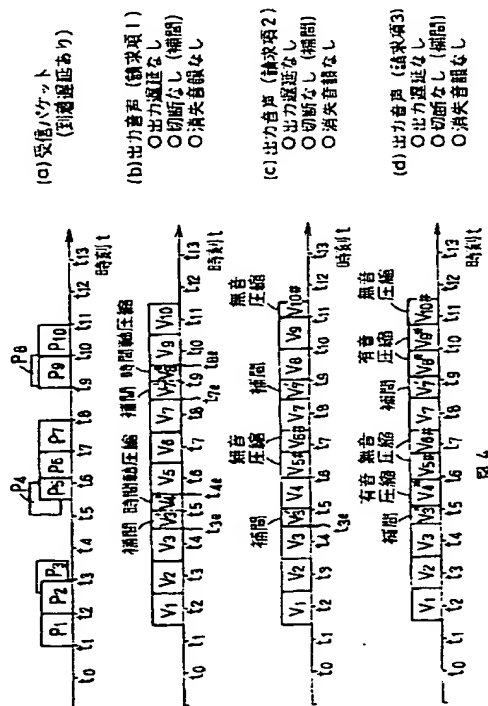
(21) 出願番号	特願平6-123712	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
(22) 出願日	平成6年(1994)6月6日	(72) 発明者	間野 一則 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	小西 宏志 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	大室 伸 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 草野 卓

(54) 【発明の名称】 パケット音声復号方法

(57) 【要約】

【目的】 切断、遅延、消失音韻なく音声を出力する。

【構成】 パケットP₃の復号音声V₃の終了時に、パケットP₄の遅延により復号音声V₄が得られないと、その前の音声から補間音声V₃'を出力し、遅延パケットP₄が受信されると、その復号音声V₄を出力し、その音声V₄以後における無音区間を圧縮し、補間音声V₃'の長さ分だけ、パケットP₅、P₆の各復号音声V₅、V₆中の無音区間を圧縮して、信号V₅#、V₆#を出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 到着予定時刻よりも所定時間以上パケットが遅れると、先に到着したパケットの符号化情報から補間処理によって音声信号を生成してそれまでの出力音声信号と連続させて出力し、

上記遅れたパケットが、その次のパケットの到着予定時刻前に受信されると、その遅れたパケットの復号音声信号を時間軸圧縮して、それが本来の到着予定時刻に到着した場合の復号音声出力の最終時刻まで、上記補間音声信号に続けて出力することを特徴とするパケット音声復号方法。

【請求項 2】 到着予定時刻よりも所定時間以上パケットが遅れると、先に到着したパケットの符号化情報から補間処理によって音声信号を生成して、それまでの出力音声信号と連続させて出力し、

上記遅れたパケットが予め決められた時間以内に受信されると、その遅れたパケットの復号音声信号を上記補間音声信号に続けて出力させ、

その復号音声信号以後におけるパケットの復号音声信号中の無音区間を、上記補間音声信号の時間長分圧縮することを特徴とするパケット音声復号方法。

【請求項 3】 上記遅延パケットの復号音声信号を上記補間音声信号に続けて出力した後のパケットの復号音声信号中の有音区間も時間圧縮して上記無音区間の圧縮との合計で上記補間音声信号の時間長分とすることを特徴とする請求項 2 記載のパケット音声復号方法。

【請求項 4】 上記補間音声信号にピッチ周期性があるときは、上記補間音声信号の区間を、上記ピッチ周期の整数倍とすることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のパケット音声復号方法。

【請求項 5】 パケットの復号にその過去の音声情報を必要とする場合は、上記遅れたパケットの復号に、上記補間音声信号の直前の音声情報を用いることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のパケット音声復号方法。

【請求項 6】 上記補間音声信号と、上記遅れたパケットの復号音声信号との上記接続を、補間用窓関数を上記補間音声信号および上記復号音声信号とに乗算して互いに加算して行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のパケット音声復号方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、音声信号が符号化され、その符号化情報がパケット化して伝送されてきたパケットを受信復号して音声信号を出力するパケット音声復号方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 まず、パケットによる音声の送受について説明する。図 10 に示すように、端子 1 より入力した音声信号は、入力バッファ 2 に格納されたのち、符号化

部 3 で音声符号化される。その符号化音声は、送信バッファ 4 に一時的に蓄えられたのち、パケットとして端子 5 からパケット網 11 に送出される。送出パケットは、受信器の入力端子 6 で受信し、受信バッファ 7 に一時的に蓄えられたのち、復号部 8 で復号される。その復号音声は出力バッファ 9 に送られ、端子 10 より音声出力される。ここで使用する音声符号化方式としては、サンプルごとの符号化方式あるいは、複数サンプルのブロック符号化方式のいずれでもよい。例えば、線形 PCM、ITU-T 勧告 G. 711 (μ 則 PCM) や G. 726 (ADPCM)、G. 728 (LD-CELP) といった方式や CELP (Code Excited Linear Prediction: 符号励振線形予測) 符号化方式でもよい。

【0003】 パケット送受のタイミングを図 11 に示す。図 10 中の端子 5 から送信される 10 個の送信パケット $P_1 \sim P_{10}$ (a) に対し、端子 6 で受信される受信パケット (b) は時間的に遅れるが、この図では全てのパケット $P_1 \sim P_{10}$ が同一遅れで到着し、つまり最初の受信パケット P_1 の到達時刻から予期される到着時刻にそれぞれ遅れることなく到着した場合を示している。この受信パケットを復号した端子 10 からの音声出力は図 11 (c) のようになる。このように全ての受信パケットが遅れないで到着した場合には、出力音声信号 (c) に切断等の劣化は生じない。

【0004】 ところが、図 12 (a) に示すように、受信パケット P_4 、 P_8 が到着予定時刻 t_4 、 t_8 よりも遅延して到着した場合には、復号出力音声信号は図 12 (b) に示すように、パケット P_3 の復号音声信号 V_3 とパケット P_4 の復号音声信号 V_4 との間に切断が生じ、同様に復号音声信号 V_7 と V_8 との間に切断が生じる。

【0005】 この従来のパケット受信復号処理は図 13 に示すように、音声パケットを受信し (S_1)、その各音声パケットを復号し (S_2)、その復号音声信号をバッファリングし (S_3)、そのバッファに復号音声信号があるかを調べ (S_4)、音声信号があればその音声信号を出力し (S_5)、音声信号がなければ無音出力される (S_6)。このように受信パケットから音声信号を復号して出力するが、音声出力時点で出力する音声がない場合には、遅れてきたパケットが出力されるまでは、零 (無音) 出力とし、図 12 (b) に示すようになり、かつパケット P_4 、 P_8 の遅延により、出力音声に切断区間ができ、また、その切断区間の累積時間がそのまま出力音声の累積遅延時間となってしまう。

【0006】 このような音声切断を防ぐため従来においては、初期音声出力時刻を遅くし、想定されるパケットの遅れを吸収し、連続的に音声出力が可能となる程度に十分大きな出力バッファを用意することが提案されている。この場合には、例えば図 12 (c) に示すように初期復号音声信号 V_i を出力する時刻を十分な時間 T_3 遅

3

らせて、切断がなくなる。しかし、音声出力の遅延が大きくなり、会話を想定した低遅延の音声通信としては不適合である。

【0007】従来において出力遅延のない復号方法としては、図14に示す処理が提案されている。つまり音声パケットを受信し（S₁）、その音声パケットが予定時刻より遅れた遅延パケットであるか否かを判定し

（S₂）、遅延パケットでなければそのパケットを復号処理し（S₃）、バッファリングし（S₄）、その復号音声出力する（S₅）。遅延パケットの場合は、そのパケットを欠落したものとみなして、無音を出力する

（S₆）。この場合は図12（d）に示すように、出力遅延はないが、遅れて復号ができないパケットP₄の音声信号V₄と、パケットP₈の音声信号V₈と相当する区間は、それぞれ切断区間T₄、T₅となってしまう。

【0008】そこで、従来において図15にブロック構成を示し、その処理手順を図16に示すように、現在フレームの復号に間に合わないパケットは欠落したものとして扱い、現フレームより先に到着したパケットのフレーム音声から外挿補間によって、現在フレームの復号音声とする方法が提案されている。つまり制御部20で現在フレームの復号すべき情報パケットの到達の有無を受信バッファ7について監視し、必要なパケットが遅れている場合には、制御部20は、スイッチ22を切り換える出力バッファ9の入力側を復号部8の出力側から補間部21の出力側に接続して、補間部21では既に得られている復号音声情報を用いて補間音声を生ずる。図16に示すように、音声パケットを受信し（S₁）、それが予定時刻より遅れた遅延パケットか否かを調べ

（S₂）、遅延パケットでなければ音声復号化し

（S₃）、バッファリングし（S₄）、その後、音声信号を出力する（S₅）。遅延パケットであれば既に受信されている復号音声信号による補間処理を行って

（S₇）、バッファリングする（S₄）。

【0009】音声の補間方法としては、例えば特公昭61-7779号「音声瞬断時補間受信装置」に示す手法を用いることができる。この手法は受信音声信号の周期を測定するピッチ周期検出手段をもち、補間が必要な場合には、得られたピッチ周期に基づいて補間の開始時点から必要な時間だけピッチ周期前の信号を繰り返す。また、R. V. Coxらの“Robust CELP coders for noisy backgrounds and noisy channels”, IEEE Proc. ICASSP-89, pp. 739-742(1989)にCELP系の音声符号化方式での補間方法が述べられている。つまり、CELP系の音声符号化方式では、音声符号化情報として線形予測係数、ピッチ周期、利得、励振符号が伝送される。あるフレームを補間する場合には、前のフレームの各パラメータを繰り返して使用すればよい。さらに、補間区間が長い場合には、少しずつ利得を小さくしてもよい。

【0010】図15、図16に示す補間をする場合の出

4

力音声の様子を図12（e）に示す。つまり図12

（d）中のパケットP₄の遅延に基づく切断区間T₄はその直前の復号音声信号V₃を利用した補間音声信号V₃'で補間され、同様にパケットP₈の遅延に基づく切断区間T₅は直前の復号音声信号V₇から作られた補間音声V₇'で補間される。この方法では、先に到着したフレームだけから欠落したパケットを補間している。従って、現在フレームの音声内容がその直前のフレームの内容と変わらずに、同じ音韻が継続する場合には問題はない。しかし、欠落したパケットの中だけに含まれていた音韻があった場合には、その内容を補間によって復元することはできない。

【0011】また従来において音声補間の場合、図17（a）に示すようにパケットP_kによる復号音声信号V_kが終わった時刻t₀にはパケットP_{k+1}の遅延のため、その遅延時間と対応する区間T_iはパケットP_kからの補間音声信号V_k'が補間され、その補間区間T_iの終了時点t₁に遅延パケットP_{k+1}の復号音声信号V_{k+1}（図17（b））をそのまま接続するとt₀とt₁には何らの制約がないので、その接続した信号は図17（c）に示すように、接続点t₁の前後で不連続になり、ピッチの周期性も乱れてしまう。また補間時間T_iだけ遅れた音声出力となる。さらに復号に既に受信された信号を利用する場合は、補間音声V_k'を利用して遅延パケットP_{k+1}を復号することになり、送信側では補間音声のことを考慮して符号化して送信することは不可能であるから、送信側（符号器側）と受信側（復号器側）とで復号過程が異なり、送信側と同じ音声を復号することができなくなってしまう。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】先に説明したように、従来のパケット音声復号方法において、音声補間しない切断区間のある復号音声とする場合は、ぶつぶつとときれた聴感的に非常に劣化した音声となってしまう。また、バッファリングによる方法により、切断を少なくする場合は大きな時間遅れが必要となり、実時間の音声対話が不自由になる。さらに、遅延パケットを欠落パケットとして補間する場合は、その遅延パケット中にだけあった音韻は補間できず、正しい音声内容を復元できない。

【0013】この発明の目的は、上記の欠点を解決するためのもので、ある制限時間内のパケット遅延であれば、遅延したフレーム音韻の欠落をなくし、スムーズな補間音声を出力して切断区間をなくし、かつ、時間遅延が大きくならないパケット音声復号方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】この発明では、パケットが遅れた場合には、まず補間によって得た補間音声信号を、その前の音声信号に続けて出力し、その後、予め定

めた制限時間内に遅れたパケットが到着した場合には、それを復号し、その復号音声信号を補間音声信号の後に接続させるが、請求項1の発明では、遅れたパケットが、遅れないで到着した場合にその復号音声信号の終了まで、遅れた音声パケットの復号音声信号を時間軸圧縮して接続させ、請求項2の発明では、遅れたパケットの全てを復号し、その復号音声信号以後における無音区間を、補間音声に用いた時間分だけ圧縮して時間調整を行い、請求項3の発明では、請求項2の発明においてさらに遅れたパケットの有音区間も時間圧縮して、これと無音区間での圧縮との両者で補間音声区間分の時間調整を行う。

【0015】請求項1、請求項2あるいは請求項3のいずれかに記載されるパケット音声復号方法において、補間音声にピッチ周期性があるときに、遅延パケットの音声信号を接続する場合には、補間音声の開始時刻からピッチ周期の整数倍の時刻までを補間音声区間とし（請求項4の発明）、パケットの復号に過去の復号音声が必要な場合には、遅れたパケットの復号に補間音声信号の直前の音声情報を用い（請求項5の発明）、補間音声信号と遅延パケットの復号音声信号との接続を、これら両信号に補間用の窓関数をそれぞれ乗じて加算して行う（請求項6の発明）。

【0016】

【作 用】請求項1の発明では、パケットが遅れるとそのパケットが到着して、復号されるまでの間、先に到着したパケットの符号化音声情報から補間音声信号が出力され、音声の切断がなくなり、切断による品質劣化が防げる。また遅れた音声パケットが到着して、復号音声信号を接続することにより、音韻を失うことなく、音声内容を確実に再生することができる。しかも、この遅れたパケットの復号音声信号は時間軸圧縮されているから、音声遅延の累積がない。

【0017】請求項2の発明では、パケットが遅れるとそのパケットが到着して、復号されるまでの間、先に到着したパケットの符号化音声情報から補間音声信号が出力され、音声の切断がなくなり、切断による品質劣化を防ぐことができる。また遅れた音声パケットが到着して、復号音声信号が接続されるため、そのパケットに存在する音声内容を確実に再生することができる。さらに、この復号音声信号以後の音声信号の無音区間が時間軸圧縮されるため、音声の遅延が累積していくということがない。

【0018】請求項3の発明では、パケットが遅れるとそのパケットが到着して、復号されるまでの間、先に到着したパケットの符号化音声情報から補間音声信号が出力され、音声の切断がなくなり、切断による品質劣化を防ぐことができる。遅れた音声パケットが到着して、その復号音声信号が接続されることにより、そのパケットに存在する音声内容を確実に再生することができる。さら

に、この復号音声信号以後の音声信号の無音区間および有音区間において、時間軸圧縮が行われることにより、音声の遅延が累積していくということがない。

【0019】請求項1、請求項2あるいは請求項3のいずれかに記載されるパケット音声復号方法において、請求項4の発明では、補間音声にピッチ周期性があるときに、遅延パケットの音声信号を接続する場合には、補間音声の開始時刻からピッチ周期の整数倍の時刻までを補間音声とされるため、補間音声の開始時刻の波形と補間終了時刻の波形とが1ピッチの同じ位置になるので、それ以後に遅延パケットの復号音声信号を接続しても接続境界で不連続となることがない。請求項5の発明では遅延パケットの復号に過去の復号音声が必要な場合には、補間する直前の音声情報を用いて復号されるため、音声補間処理は受信側のみであるが、後続の音声復号処理に影響を与えることがなく、後続の復号音声信号としては送信側と同じ波形が生成される。請求項6の発明では、補間音声と遅延パケット復号音声信号を補間用の窓関数を乗じて接続することにより、補間途中で音声信号が変化した場合でも、連続的に重み付け加算されるので、接続境界の不連続性が弱まる。

【0020】

【実施例】

請求項1の実施例

図1に、請求項1の発明の実施例が適用された音声パケット通信の受信側ブロック構成を、図15と対応する部分に同一符号を付けて示す。図1において、端子6より受信したパケットは、受信バッファ7に蓄えられ、送信パケット順に並べ変えられる。制御部30では、図2に示す流れ図に示すように、音声パケットを受信すると

(S₁)、復号しようとする音声パケットが遅れているかどうかを判断する(S₂)、受信バッファ7よりのパケットは復号部8で、順番に符号化情報を復号して復号音声信号を生成する。遅延パケットでない場合には、その復号音声信号は切換え器33、34の各接点N側を通じて出力バッファ9に送られ、出力バッファ9を経て端子10より音声信号が出力される。図2の流れ図では、遅れていないパケットが音声復号処理され(S₃)、さらにバッファリングされた後(S₄)、音声は出力される(S₅)。

【0021】制御部30が遅延パケットであると判断した場合には、図2に示すように、補間部31でその遅延パケットが到着し、復号するまで音声補間処理を行う(S₆)。この場合の補間処理は、〔従来の技術〕の項で述べた波形のピッチ周期抽出に基づく繰り返し処理、またはCELP系の場合には前の伝送パラメータを繰り返し使用して使用する。

【0022】この音声補間は遅延パケットが到来するまで行われ(S₇)、遅延パケットが到来すると、その遅延パケットが音声復号処理され(S₈)、その復号音声

信号は時間軸圧縮部32で時間軸圧縮され、その圧縮された信号は、その遅延パケットが遅れることなく到来したときのその復号音声信号の終了時刻まで、切換え器33、34の各接点A側を通じて出力バッファ9に出力され(S4)、補間音声に続けて端子10より出力される(S5)。

【0023】ここで使用する時間軸圧縮方法としては、例えばD. Malah氏の論文：“Time-Domain Algorithms for Harmonic Bandwidth Reduction and Time Scaling of Speech Signals”, IEEE Trans. on Asouctics, Speech, and Signal Processing, vol. ASSP-27, No.2, pp.121-133, (1979)にある時間領域調波構造伸縮(TDHS: Time Domain Harmonic Scaling)アルゴリズム、または同様な手法である森田・坂倉氏の研究会資料：“自己相関法による音声の時間軸での伸縮方式とその評価”, 電子情報通信学会電気音響研究会技術報告E A 86-5 (1986)のアルゴリズムを利用する。これらは、ピッチ周期単位で前後の波形に重み付け窓をかけ、その区間を重ね合わせることによって時間軸圧縮する。図3にTDHSアルゴリズムによる2:1の圧縮の様子を示す。まず、図3(a)に示す音声信号からピッチ周期 T_p を求め、次に例えば同図(b)に示すように時刻 t_0 からそれぞれ1ピッチ周期 T_p 前後の各時刻 t_0 、 t_1 に直線的に0より1になる重み付け窓関数を同図(a)の2ピッチ周期の音声信号に乗じて、時刻 $t_0 \sim t_1$ 、 $t_1 \sim t_2$ の各音声波形を同図(c)の波形とし、これら両波形を重ね合わせ加算して、同図(d)に示す1ピッチ周期 T_p の時間軸圧縮音声信号を得る。またピッチ周期がない区間に対しても、適当な周期で重ね合わせを行うことにより時間軸圧縮を行う。

【0024】図4(a)に示すように、図12(a)と同様にパケット P_4 、 P_8 が遅れた場合は、図1、図2による処理により出力される出力音声信号は図4(b)に示すようになる。パケット P_4 が遅れたため、パケット P_3 の復号音声信号 V_3 が終了した時点 t_{3e} にパケット P_4 の復号音声信号 V_4 が間に合わず、それまでの音声信号から生成された補間音声信号 V_3' が復号音声信号 V_3 に連続して出力され、その後、この例では時刻 t_5 にパケット P_4 の復号音声信号 V_4 が得られ、その時間圧縮音声信号 V_4^* が補間音声信号 V_3' と連続して出力され、遅れたパケット P_4 が予期された正しい時刻に到着したとした時のその復号音声信号 V_4 の終了時刻 t_{4e} になると圧縮音声信号 V_4^* の送出を停止して、次のパケット P_4 の復号音声信号 V_5 を時点 t_{4e} から出力する。つまり、この例ではパケット P_4 が到着予定時刻より所定時間以上遅れると、パケット P_3 の復号音声信号 V_3 が終了してしまい、その終了時刻 t_{3e} にパケット P_4 の復号音声信号 V_4 が間に合わなくなり、補間音声信号を出力し、遅れたパケット P_4 の復号音声信号 V_4 が、パケット P_4 が遅れないときの復号音声信号 V_4 の

終了時刻 t_{4e} 前に得られると、復号音声信号 V_4 の圧縮音声信号 V_4^* を、これが得られてから時刻 t_{4e} まで出力する。

【0025】この場合、圧縮音声信号 V_4^* の挿入区間 $t_5 \sim t_{4e}$ は1ピッチ周期 T_p の圧縮音声信号 V_4^* の始めを t_5 に合わせ、または1ピッチ周期 T_p の圧縮音声信号 V_4^* の終わりを t_{4e} に合わせるようにするとよい。同様にパケット P_7 の復号音声信号 V_7 が終了した時刻 t_{7e} に、パケット P_8 の復号音声信号が間に合わず、補間音声信号 V_7' で補間され、遅延パケット P_8 の受信で、この例では時刻 t_9 過ぎから遅れないで受信された場合のパケット P_8 の復号音声信号の終了時刻 t_{8e} まで復号音声信号 V_8 の圧縮音声信号 V_8^* が出力される。このようにして補間音声によって切断区間がなく、また圧縮音声信号 V_4^* 、 V_8^* が出力されるので復号音声信号 V_4 、 V_8 の各音韻内容が失われることはない。また補間音声信号 V_3' と圧縮音声信号 V_4^* との合計の時間長が1つのパケットの復号音声信号長に一致するので最終的な出力音声の遅延はないので、音声対話通信が可能である。

【0026】請求項2の実施例

図5に、請求項2の発明の実施例が適用された音声パケット通信の受信側ブロック構成図を示す。この場合は復号部8の出力側は補間部41と、無音区間検出部42と、無音区間時間軸圧縮部44と、スイッチの接点Nとに接続され、無音区間時間軸圧縮部44の出力側はスイッチ44の接点Aに接続される。制御部40では、図6のフロー図に示すように、音声パケットを受信し

(S1)、その後、これから復号しようとする音声パケットが遅れているかどうかを判断する(S2)。遅延パケットでない場合には、復号化処理をし(S3)、その復号音声信号に無音区間があるかを調べ(S4)、無音区間でなければ出力バッファ9に復号音声信号を送り(S5)、無音区間があれば圧縮処理が必要かを調べ(S6)、圧縮処理が必要でなければ復号音声信号を切換え器43、45の各接点Nを通じて出力バッファ9へ送り(S5)、出力端子10へ出力される(S7)。

【0027】ステップS2において遅延パケットであった場合には、遅延パケットが到着し、復号するまで音声補間処理を行う(S8、S9)。この場合の補間処理は、従来の技術の項で述べた波形のピッチ周期抽出に基づく繰り返し処理、またはCELP系の場合には前の伝送パラメータを繰り返して使用して行う。その補間中に、遅延パケットが得られると音声復号処理を行い(S10)、補間音声信号に続けて出力バッファ9を経て、端子10より出力する。このままでは出力音声に切断区間ができないが、補間に要した時間だけ出力が遅れてくる。そこで、無音区間検出部42で、復号音声信号の無音区間検出を行い、無音区間が検出され(S4)、かつ圧縮処理を必要とする場合(S6)は、無音区間時間軸

圧縮部44で無音復号音声信号を補間に要した時間だけ圧縮する(S11)。これにより、出力遅延をなくすることができる。

【0028】無音区間検出に関しては、送信パケットに予め無音か無音でないかの識別子が付与してある場合にはその識別子を使用する。識別子がない場合には、受信側で例えば現在フレームのパワPcと有音区間の平均パワPvとのパワ比(P_c / P_v)が一定しきい値以下であれば無音区間であると判断する。無音区間の時間軸圧縮法としては、圧縮に必要な時間分をそのまま復号音声信号から切断して切断前後の無音区間を接続させるだけでよい。無音区間に、背景雑音等が含まれている場合には、図3に示した時間軸圧縮において、ピッチ周期Tpのかわりに、予め決めた特定の周期をとり、重み付け窓をかけて重ね合わせてもよい。1パケットの無音区間が補間音声の時間に比較して短ければ、複数区間に分けて無音区間圧縮を適用することにより、各区間での圧縮率が低くなり、音声劣化も少ない。

【0029】図4(c)に、図4(a)の受信パケットに対する本実施例の出力音声タイミングを示す。ここで、パケットP4の遅れにより時刻t3eから補間音声信号V3'を補間し、時刻t5に遅れたパケットP4の復号音声信号V4が得られると、これを直ちに補間音声信号V3'に続け、その全ての復号音声信号V4を出力し、その後の復号音声信号中のV5とV6との無音区間を圧縮し、V5、V6より短い信号V5#、V6#として補間音声信号V3'の長さ分を吸収している。同様にパケットP8の遅れにより、補間信号V7'を補間し、パケットP8の復号信号V8が得られると、そのV8の全体を補間信号V7'に続けさせ、その直後の復号音声信号V9には無音区間がなく、さらにその後の復号音声信号V10中の無音区間を補間信号V7'の長さだけ圧縮し、圧縮音声信号V10#とした場合である。このようにして補間音声信号によって切断区間がなく、また遅延パケットP4とP8の各復号音声信号V4、V8がそのまま出力されるので音韻内容が失われることはない。また、補間音声信号V3'、V7'に要した時間長を音声信号V5#、V6#、V10#の無音区間圧縮時間と同じにしているので、最終的な出力音声の遅延はなく、実時間での音声対話通信が可能である。

【0030】請求項3の実施例

図7に、請求項3の発明の実施例を適用した音声パケット通信の受信側ブロック構成図を示す。図7において、復号部8の出力側は無音/有音区間判定部52と、無音区間時間軸圧縮部54と、有音区間時間軸圧縮部55と、切換え器53の接点Nに接続され、無音区間時間軸圧縮部54の出力側、有音区間時間軸圧縮部55の出力側にそれぞれ切換え器53の接点A1、A2に接続されている。制御部50は図8に示す流れ図に示すように、パケットを受信すると(S1)，これから復号しよ

うとする音声パケットが遅れているかどうかを判断し(S2)，遅延パケットでない場合は音声復号処理して復号音声信号を生成し(S3)，その復号音声信号が無音区間かの判定がされ(S4)，無音区間でも、有音区間のいずれでもそれぞれ圧縮処理を必要とするかが調べられ(S5、S6)，いずれも圧縮処理を必要としない場合は出力バッファ9に復号音声信号が送出され(S7)，出力バッファ9を経て端子10より音声信号が出力される(S8)。

【0031】ステップS2で遅延パケットであった場合には、遅延パケットが到着し、音声信号を復号するまで、音声補間処理が行われる(S9、S10)，この場合の補間処理は、従来の技術の項で述べた波形のピッチ周期抽出に基づく繰り返し処理、またはCEL P系の場合には前の伝送パラメータを繰り返して使用する。その補間中に、遅延パケットが到来し、その音声復号処理がなされると(S11)，補間音声信号に続けて出力バッファ9を経て、端子10より復号音声信号が出力される。この処理だけでは、出力音声に切断区間はできないが、補間に要した時間だけ出力が遅れてくる。そこで、無音/有音区間判定部52で復号音声の無音/有音の判定が行われ、無音と判定された音声信号に対しては(S4)，圧縮処理を必要とする場合は(S6)，無音区間時間軸圧縮部54で補間に要した時間を圧縮する(S12)。またステップS4で有音と判定された音声信号に対しては、圧縮処理を必要とする場合は(S5)，有音区間時間軸圧縮部55で補間に要した時間を圧縮する(S13)。これにより出力遅延をなくすることができる。

【0032】無音/有音区間判定部52では、送信パケットに予め無音か有音かの識別子が付与してある場合にはその識別子を使用する。識別子がない場合には、受信側で例えば現在区間のパワPcと有音区間の平均パワPvとの比(P_c / P_v)が一定しきい値以下であれば無音区間であるとし、そうでなければ有音区間とする。無音区間の時間軸圧縮法としては、圧縮に必要な時間分をそのまま復号音声信号から切断して切断前後の無音区間を接続させるだけでよい。無音区間に、背景雑音等が含まれている場合には、図3に示した時間軸圧縮において、ピッチ周期Tpのかわりに予め決めた特定の周期をとり、重み付け窓をかけて重ね合わせてもよい。有音区間の圧縮法は、ここでは請求項1の発明の実施例で述べた図3に示したTDHSによる時間軸圧縮法を用いる。

【0033】補間時間が長く、後続の一区間(1パケットの復号音声信号期間)での圧縮時間が補間音声の時間に比較して短時間しかとれない場合には、複数区間に分けて無音/有音区間圧縮を適用することにより、各区間での時間軸圧縮すべき時間の割合すなわち、圧縮率が低くなり、音声劣化も少ない処理が可能である。図4

(d)に、図4(a)の受信パケットに対する本実施例の出力音声タイミングを示す。ここで図4(c)と対応

する部分に同一符号をつけてあり、補間音声信号 V_3' にパケット P_4 の復号音声信号 V_4 を接続するが、この例では復号音声信号 V_4 の有音信号が時間軸圧縮され、圧縮信号 V_4^* が接続される。ただし、図4(b)と異なり、復号音声信号 V_4 の圧縮信号を途中で断にすることなく、全てを用いる。この圧縮時間だけでは補間信号 V_3' の時間長には不足で、その後の復号音声信号 V_5 、 V_6 中の各無音区間が圧縮され、無音圧縮信号 $V_5\#$ 、 $V_6\#$ として順次接続され、有音圧縮信号 V_4^* と無音圧縮信号 $V_5\#$ 、 $V_6\#$ との各圧縮時間の合計が補間信号 V_3' の時間長と等しくされている。同様に補間信号 V_7' 以後の復号音声信号 V_8 、 V_9 、 V_{10} 中の V_8 、 V_9 についてはそれぞれ有音時間軸圧縮した信号 V_8^* 、 V_9^* として、 V_{10} については無音区間を圧縮した信号 $V_{10}\#$ とし、これら3つの復号音声信号の圧縮時間の合計が補間信号 V_7' の長さと同じとされている。この場合も、有音圧縮信号 V_8^* 、 V_9^* はそれぞれ復号音声信号 V_8 、 V_9 のそれぞれの圧縮信号を切断することなく、全てが用いられる。

【0034】このようにして補間音声信号によって切断区間がなく、また遅延パケット V_4^* と V_8^* が出力されているので音韻内容が失われることはない。また補間音声信号 V_3' と V_7' に要した時間長が信号 $V_5\#$ 、 $V_6\#$ 、 $V_{10}\#$ と V_4^* 、 V_8^* 、 V_9^* との無音／有音区間圧縮時間の合計と同じにするので、最終的な出力音声の遅延はなく、実時間での音声対話通信が可能である。

【0035】他の請求項の実施例

図1、図5、図7におけるそれぞれの切り換え／接続部34、45、56としては単なる切換えスイッチを示したが、補間音声信号と遅延パケットの復号音声信号との接続は次のようにすることもできる。即ち、請求項4の発明では補間音声信号にピッチ周期性があるときは、例えば図9(a)、(b)に示すように補間音声信号 V_k' の開始時刻 t_0 からピッチ周期 T_P の整数倍 ($T_i = n \times T_P$ 、例では $n=2$) の時刻 t_i までを補間音声信号 V_k' とする。すると、補間音声信号 V_k' の開始時刻 t_0 の波形と、補間終了時刻 t_i の波形とが1ピッチの同じ位置に対応するので、それ以後に、遅延パケットの復号音声信号 V_{k+i} を接続しても接続境界 t_i で図10(c)に示すように大きな不連続にならない。

【0036】遅延パケットの復号音声信号 V_{k+i} を生成する際に、過去の復号音声が必要な場合には、補間信号 V_k' は使用せずに、遅延がなかったと仮定して補間開始時点 t_0 に続くとして、その直前の音声情報、つまり復号音声信号 V_k を用いて復号する(請求項5の発明)。こうすることにより、受信側で遅延パケットが生じても後続の音声復号に補間音声信号による影響がなく、送信側と同じ音声を出力することができる。

【0037】さらに、補間音声信号 V_k' と遅延パケッ

ト復号音声 V_{k+i} とを図9(a)、(b)に示すように補間用の窓関数、つまり被接続信号である補間音声信号 V_k は接続の時刻 t_i から漸次減少し、逆に接続信号である復号音声信号 V_{k+i} は接続時刻 t_i から漸次1になるような各窓関数をそれぞれに掛けて加算して接続することにより、補間途中で音声信号が変化した場合でも、連続的に重み付け加算されるので、接続境界 t_i の不連続性を弱めることが可能となり、接続による品質劣化を抑制できる(請求項6の発明)。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、この発明ではある制限時間内のパケット遅延であれば、遅延分の間だけ、前に到着したパケットの復号音声信号により音声信号を補間し、そのあとで遅延パケットの復号音声信号を接続し、その際にその復号音声信号自体またはそれ以後の無音区間、あるいは無音および有音区間で、時間軸圧縮を行うので、遅延したフレーム音韻の欠落をなくし、円滑な補間音声信号を出力し、かつ、時間遅延が大きくならないパケット音声復号方法を実現でき、その効果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1の発明を適用した受信装置の例を示すブロック図。

【図2】その受信復号処理手順の例を示す流れ図。

【図3】時間軸圧縮処理を説明するための波形図。

【図4】受信パケット例(a)に対する請求項1、2、3の各発明による音声信号の出力例(b)、(c)、(d)を示す図。

【図5】請求項2の発明を適用した受信装置の例を示すブロック図。

【図6】その受信復号処理手順の例を示す流れ図。

【図7】請求項3の発明を適用した受信装置の例を示すブロック図。

【図8】その受信復号処理手順の例を示す流れ図。

【図9】補間音声信号と遅延パケットの復号音声信号との接続方法である請求項4乃至6の発明を説明するための波形図。

【図10】音声信号のパケット送受信伝送系の一般的構成を示すブロック図。

【図11】その送信パケットと、受信パケットと、復号音声信号との関係を示す図。

【図12】遅延パケットと、これに対する従来の各種復号音声信号との関係を示す図。

【図13】従来の受信パケット復号処理手順を示す流れ図。

【図14】従来の遅延パケットを含む復号処理手順を示す流れ図。

【図15】従来の遅延パケットに対する音声補間をする復号装置を示すブロック図。

【図16】その従来の処理手順を示す流れ図。

【図17】従来の補間音声信号と遅延バケット復号音声

信号との接続を説明するための波形図。

【図1】

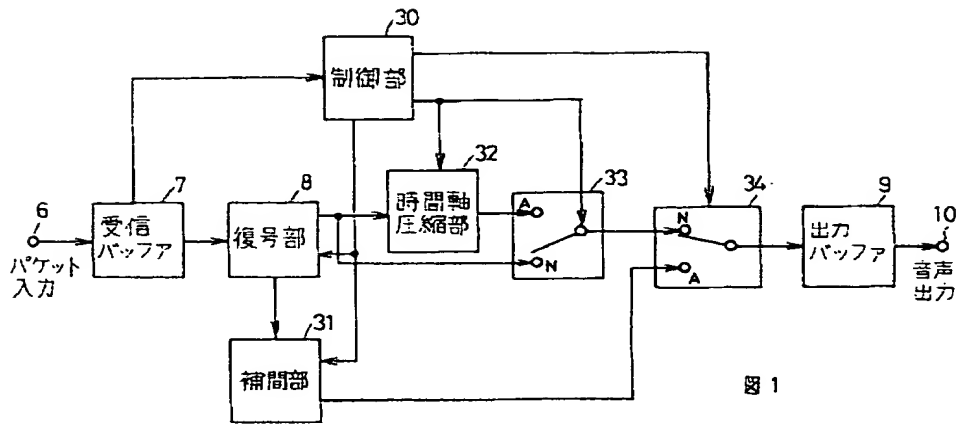


図1

【図2】

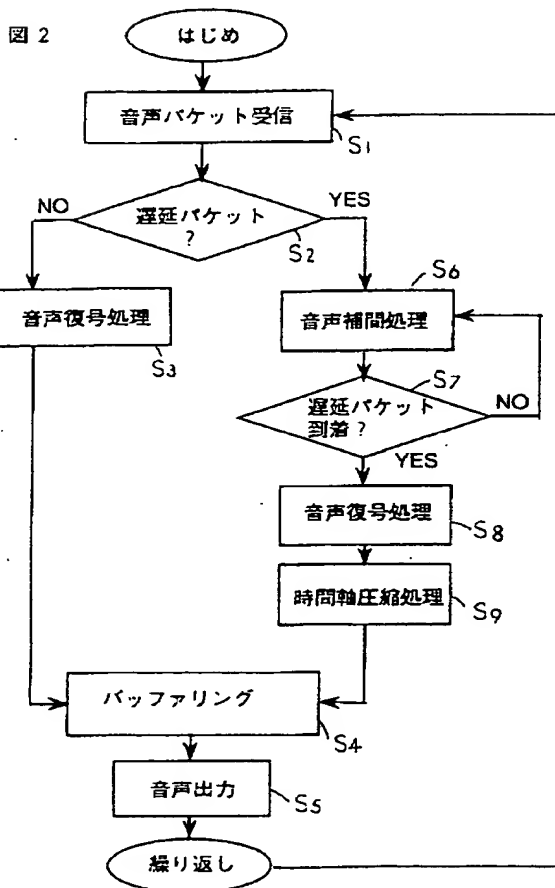


図2

【図3】

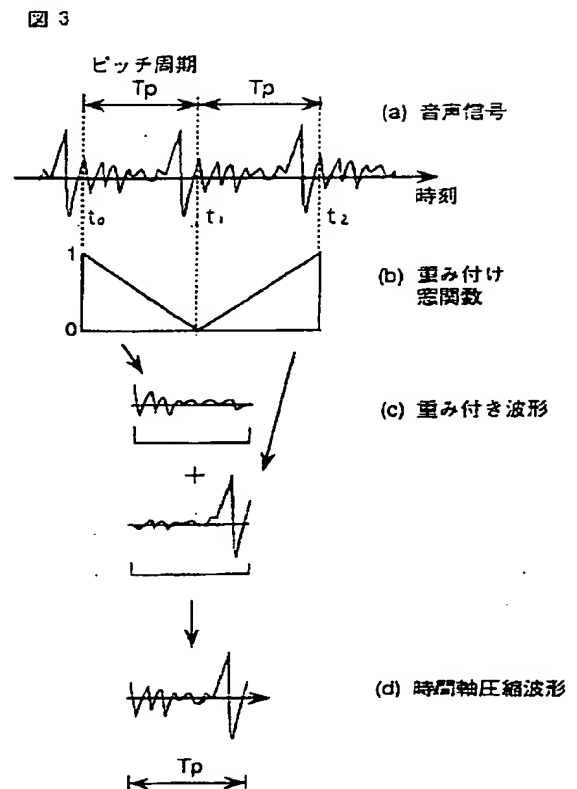


図3

【図 4】

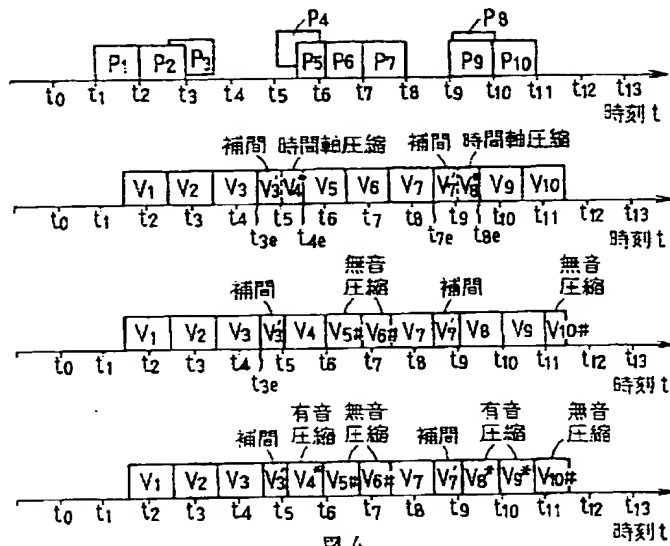


図 4

(a) 受信パケット
(到着遅延あり)

(b) 出力音声 (請求項 1)
○出力遅延なし
○切断なし (補間)
○消失音韻なし

(c) 出力音声 (請求項 2)
○出力遅延なし
○切断なし (補間)
○消失音韻なし

(d) 出力音声 (請求項 3)
○出力遅延なし
○切断なし (補間)
○消失音韻なし

【図 5】

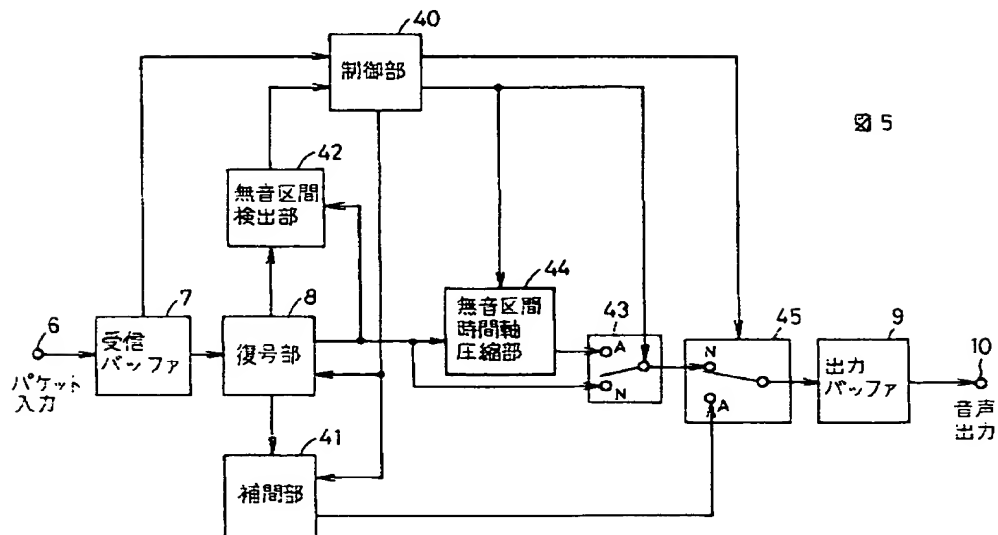


図 5

【図6】

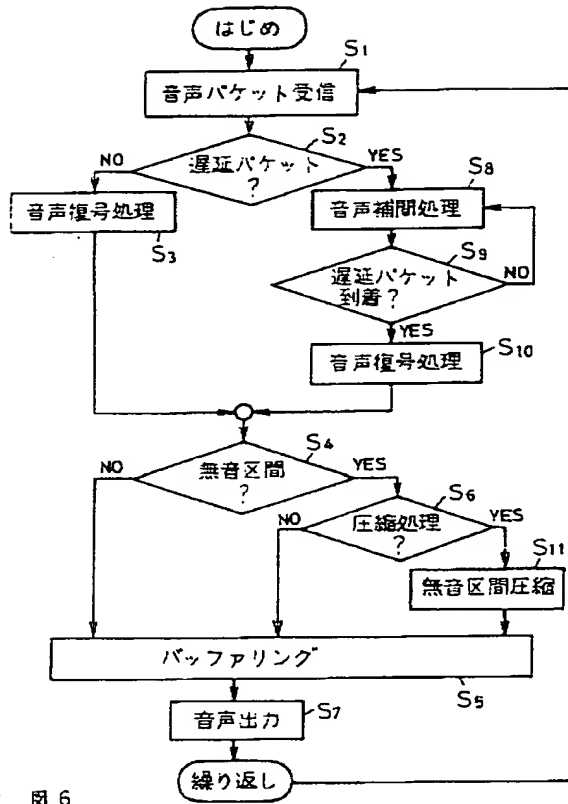


図 6

【図8】

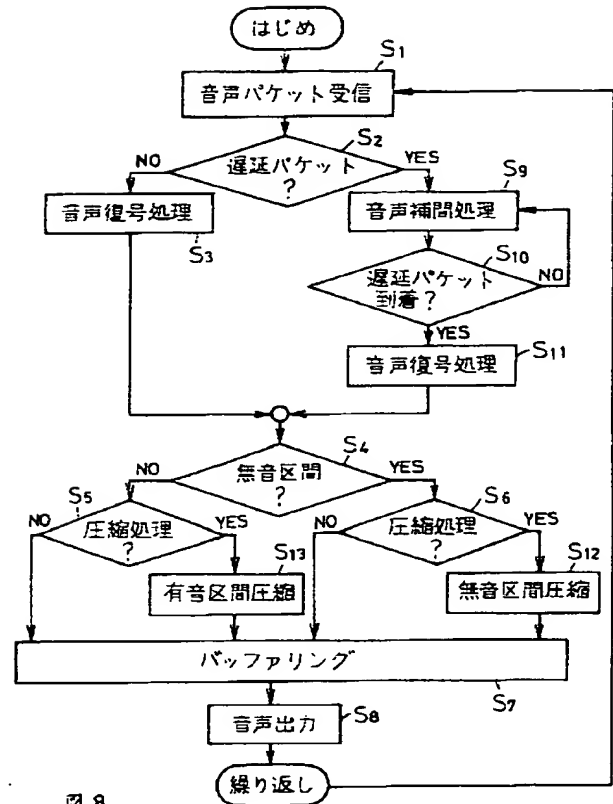


図 8

【図7】

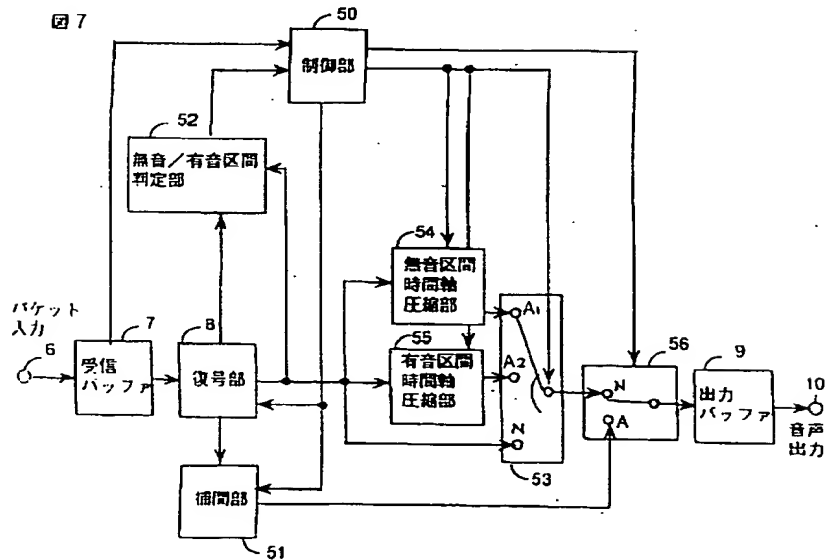


図 7

【図9】

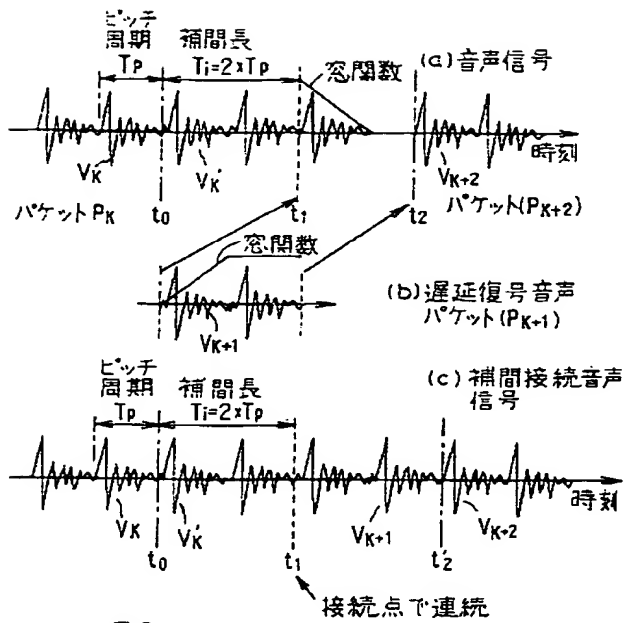


図9

【図17】

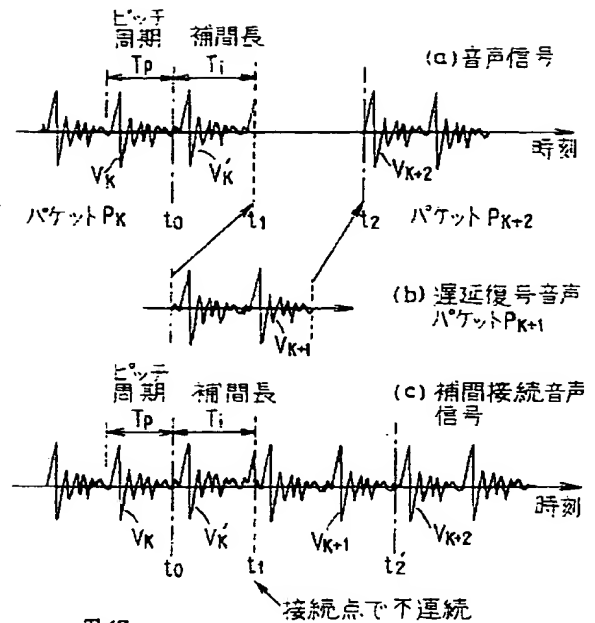
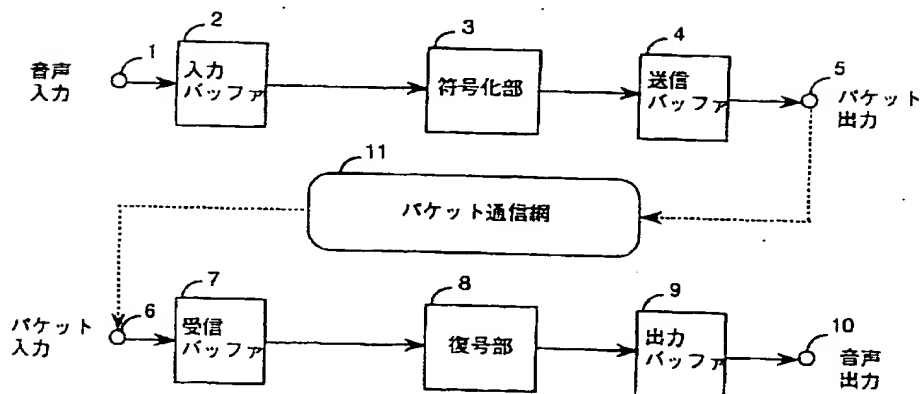


図17

【図10】

図10



【図 11】

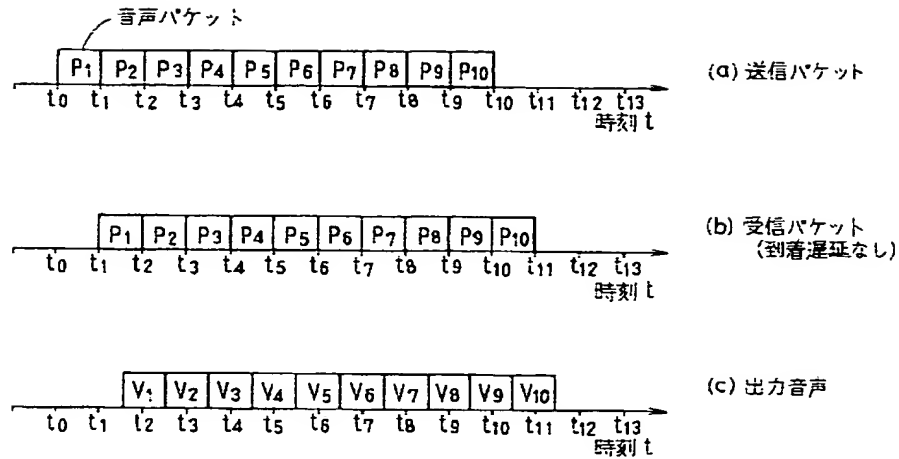
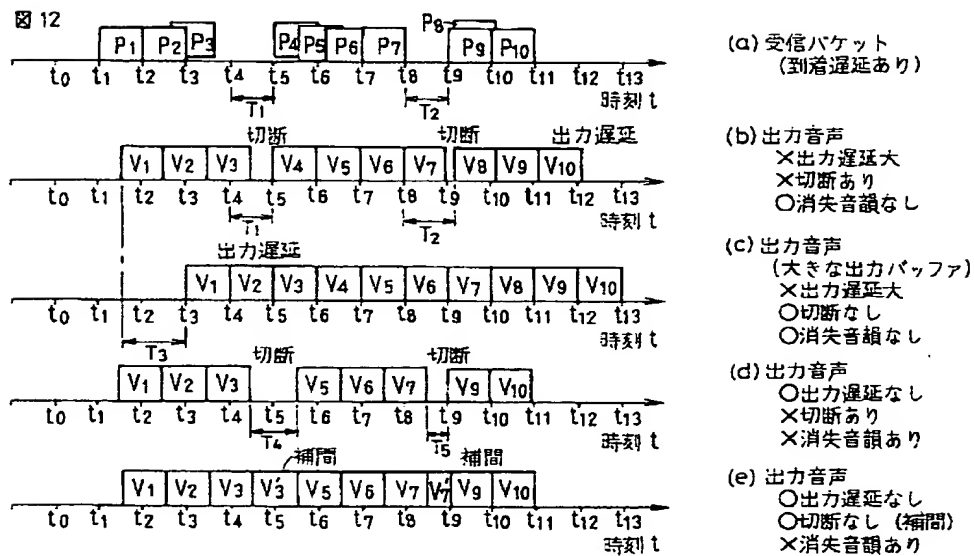


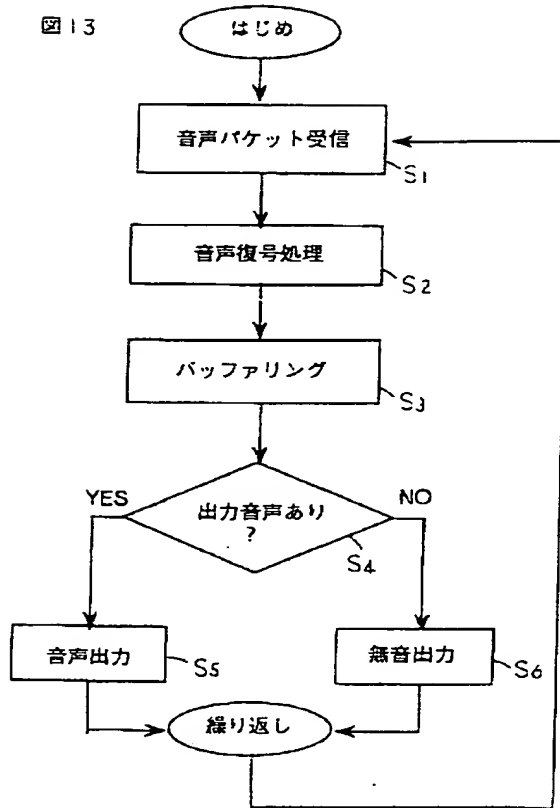
図 11

【図 12】



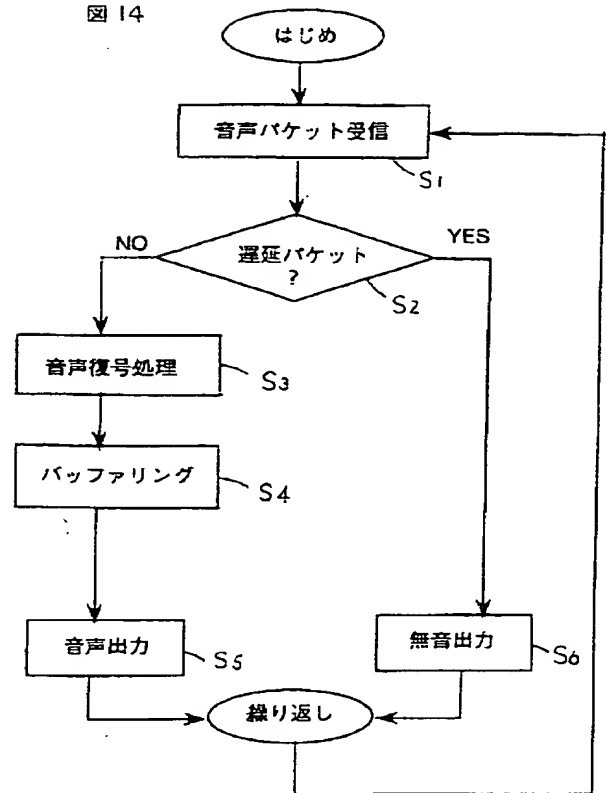
【図 13】

図 13



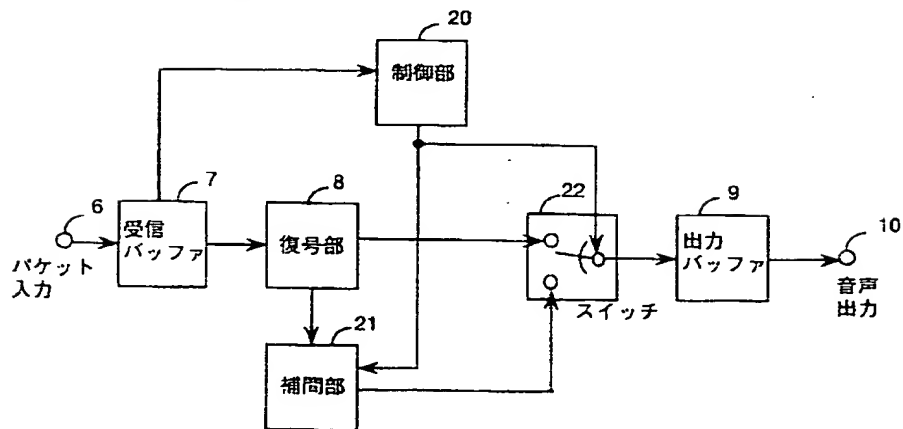
【図 14】

図 14



【図 15】

図 15



【図16】

